

## PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KABUPATEN MAGELANG

Linda Budi Lestari, Aniza Yula Mayang, Hary Budienny<sup>\*)</sup>, Suseno Darsono<sup>\*)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

### ABSTRAK

*Permasalahan banjir atau genangan air di Kabupaten Magelang disebabkan buruknya sistem jaringan drainase terjadi di beberapa wilayah. Berdasarkan analisis kriteria penentuan skala prioritas dipilih Jalan Sarwo Edi Wibowo sebagai lokasi perencanaan. Kapasitas saluran yang tidak mampu menampung banjir dan inlet yang rusak atau bahkan tertutup oleh sampah adalah penyebab terjadinya banjir atau genangan pada lokasi tersebut. Data curah hujan harian pada stasiun hujan Magelang dianalisis untuk mendapatkan intensitas curah hujan rencana menggunakan metode Mononobe dan waktu konsentrasi metode Kirpich. Perhitungan debit rencana dimodelkan dengan bantuan program EPA SWMM 5.0 dengan periode ulang 5 tahun untuk saluran drainase perkotaan dan 25 tahun untuk saluran sungai. Besar debit rencana yang digunakan untuk perencanaan saluran sebesar 5,39 m<sup>3</sup>/detik dan 5,42 m<sup>3</sup>/detik pada saluran kanan dan kiri Jalan Sarwo Edi Wibowo, untuk saluran yang menuju ke taman sebesar 2,42 m<sup>3</sup>/detik dan saluran Sungai Curi sebesar 18,02 m<sup>3</sup>/detik. Selanjutnya untuk menganalisis kapasitas saluran digunakan bantuan program HEC-RAS. Input data pada program HEC-RAS adalah dimensi saluran eksisting dan didapatkan hasil bahwa saluran eksisting tersebut tidak mampu menampung debit rencana. Kemudian dimensi saluran diperbesar hingga semua penampang saluran mampu menampung debit rencana.*

**Kata kunci:** Saluran Drainase, Inlet, Jalan Sarwo Edi Kabupaten Magelang, EPA SWMM, HEC-RAS

### ABSTRACT

*The problem of flooding or waterlogging in Magelang District was caused by poor drainage network system occur in some areas. Based on the analysis of priorities criteria, Jalan Sarwo Edi Wibowo was choosen as location for planning. Channel capacity that is insufficient and defective inlet or even covered by garbage was caused flooding or inundation in that area. Daily rainfall data on rainfall station Magelang analyzed to obtain the rainfall intensity use Mononobe methods and time concentration use Kirpich method. Calculation of discharge plan is modeled with the help of the EPA SWMM 5.0 program with a plan period of 5 years for urban drainage channels and 25 years for the river channel. The catchment area Magelang District that a broad and growing urban make EPA SWMM 5.0 program was used to analyze the value of the discharge plan. The discharge plan used for channel planning is 5.39 m<sup>3</sup>/s and 5.42 m<sup>3</sup>/s on the right and left channel Jalan Sarwo Edi Wibowo, the channel leading to the park is 2.42 m<sup>3</sup>/s and a discharge plan Curi River channel is 18.02 m<sup>3</sup>/sec. Furthermore, to analyze the capacity of the channel used HEC-RAS program. Input data in HEC-RAS program is the dimension of*

---

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

*the existing channel and showed that it aren't able to accommodate that discharge plan. Then the channel dimensions was enlarged until all channels capable to accommodate the discharge plan.*

**Keywords:** *drainage, inlet, Jalan Sarwo Edi Wibowo Kabupaten Magelang, EPA SWMM, HEC-RAS*

## **PENDAHULUAN**

Kabupaten Magelang merupakan daerah sedang yang berkembang, terletak pada daerah dataran tinggi yang memiliki kemiringan lereng yang bergelombang. Permasalahan sistem drainase di daerah dataran tinggi umumnya disebabkan oleh kapasitas jaringan saluran drainase yang tidak memadai serta adanya hambatan akibat penyempitan yang menyebabkan aliran terhalang. Hal tersebut juga terjadi di Kabupaten Magelang dimana permasalahan genangan atau banjir hanya terjadi sebagai genangan lokal. Kondisi topografi Kabupaten Magelang yang permukaan tanahnya miring dan bergelombang menyebabkan wilayah tersebut memiliki kerapatan jaringan drainase alam yang sangat tinggi.

Melihat gambaran tersebut, perlu adanya suatu upaya penanggulangan yang serius dan terkonsep agar berbagai persoalan tentang drainase lingkungan Kabupaten Magelang dapat segera teratasi. Dalam melakukan upaya penanggulangan tersebut perlu memperhatikan semua aspek teknis, ekonomi, sosial, budaya, hukum, kelembagaan dan lingkungan serta harus melakukan analisis bersama oleh pemerintah, pihak-pihak terkait dan semua elemen masyarakat dalam penentuan konsep-konsep perencanaan saluran drainase lingkungan.

Maksud dari perencanaan saluran drainase Kabupaten Magelang adalah untuk menerapkan suatu sistem drainase berwawasan lingkungan kawasan Kabupaten Magelang.

Tujuan dari perencanaan saluran drainase ini adalah:

- Mengurangi limpasan permukaan di daerah yang direncanakan saluran drainasenya.
- Menghindari terjadinya genangan air lokal suatu kawasan Kabupaten Magelang yang tidak dapat menyerap air secara optimal, dikarenakan pada daerah tersebut ditemukan fakta bahwa sering terjadi banjir lokal.
- Merencanakan sistem saluran drainase di lokasi yang terpilih menjadi prioritas.

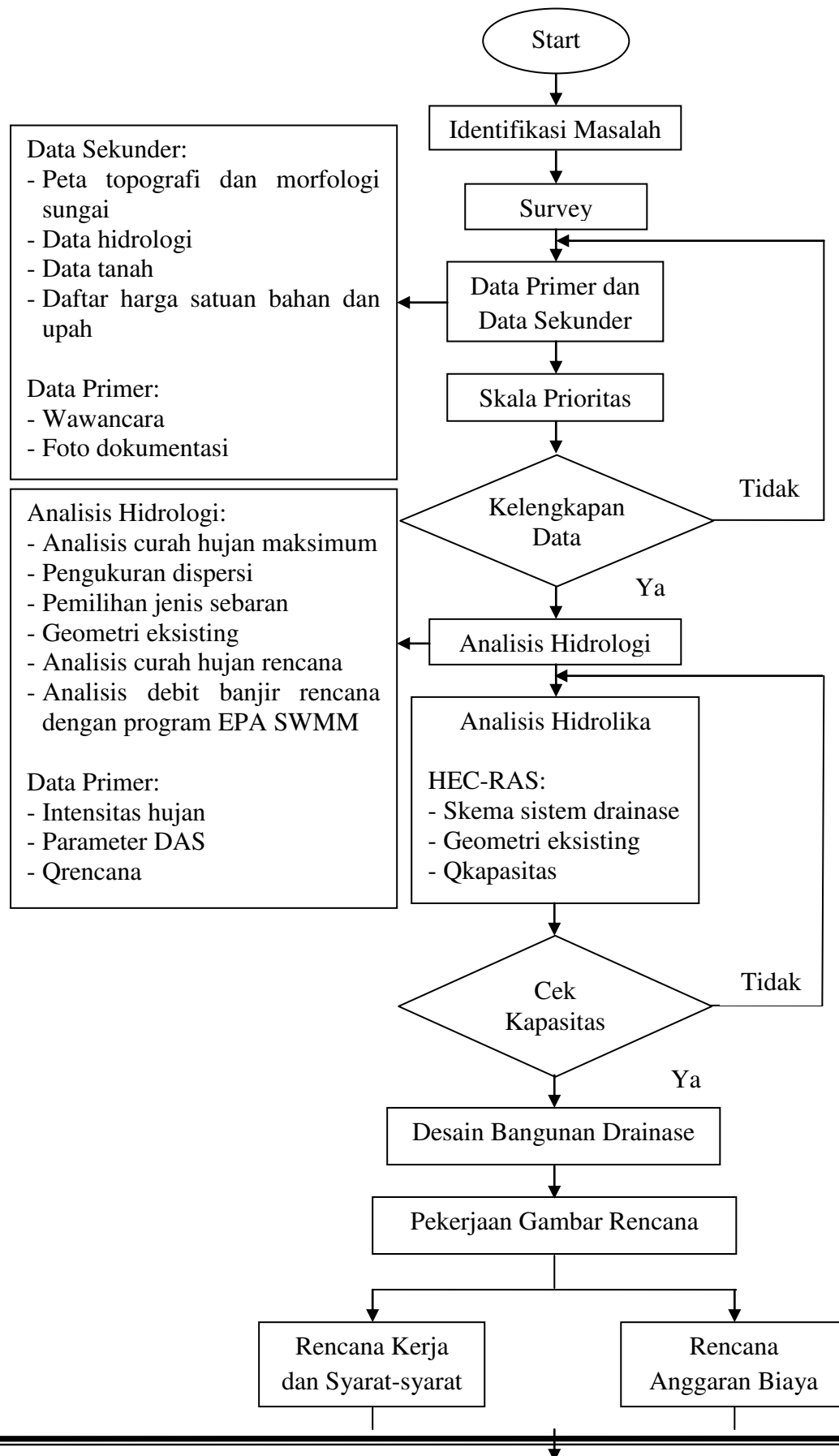
## **METODOLOGI**

Dalam penulisan karya ilmiah diperlukan adanya suatu metode yang menjelaskan tahapan-tahapan proses dari awal hingga akhir. Metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

## **ANALISIS PENENTUAN PRIORITAS**

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, terdapat tujuh kriteria penentuan prioritas pemilihan lokasi yaitu nilai kerugian milik pribadi, nilai kerugian ekonomi, nilai kerugian milik pemerintah, nilai gangguan transportasi, nilai kerugian pemukiman, nilai kerugian genangan atau banjir dan nilai pembobotan berdasarkan kondisi wilayah. Tujuh lokasi terjadinya genangan atau banjir di Kabupaten Magelang adalah Japunan, Jalan Sarwo Edi Wibowo, Pasar Salaman, Palbapang-Keprekan, Jalan Syailendra, Blondo dan Jalan Tentara Pelajar. Setelah dilakukan analisis pembobotan pada ketujuh lokasi tersebut disimpulkan

bahwa prioritas penanganan genangan terpilih urutan pertama adalah lokasi Jalan Sarwo Edi. Lokasi terpilih ini selanjutnya akan direncanakan saluran drainasenya.

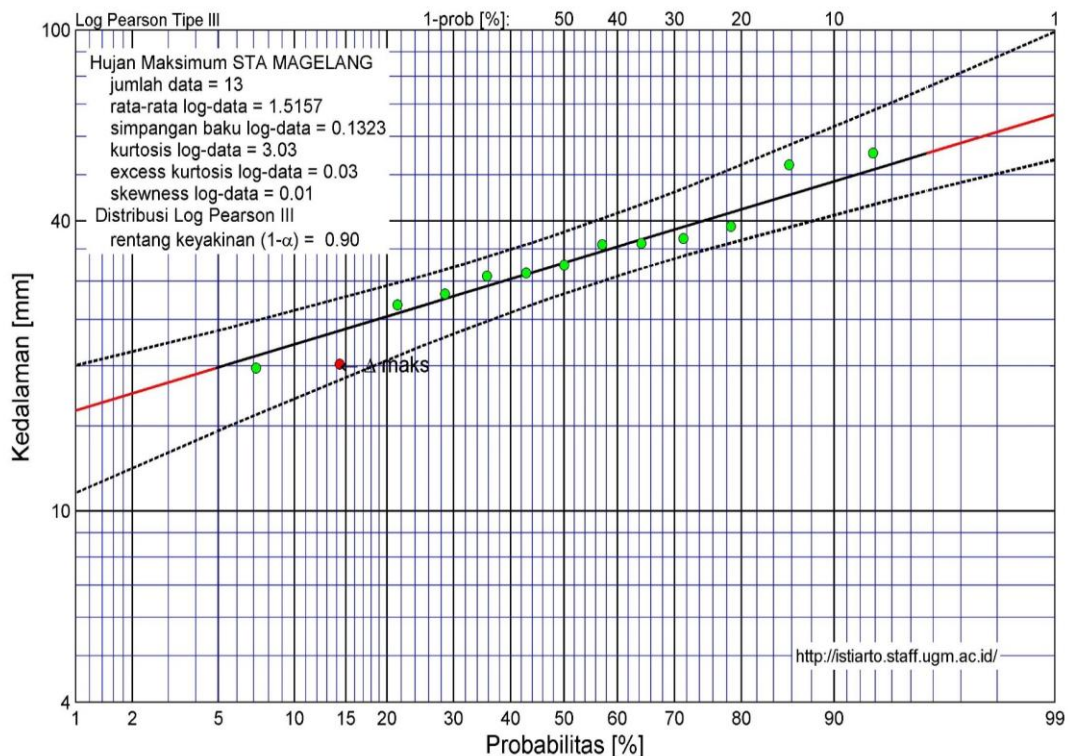


Selesai

Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

## ANALISIS HIDROLOGI

Analisis data hidrologi dibutuhkan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan curah hujan rencana yang terjadi di suatu wilayah berdasarkan periode ulang yang diinginkan. Pada perencanaan sistem drainase Kabupaten Magelang ini, digunakan curah hujan dari stasiun hujan Magelang dengan data hujan sebanyak 13 tahun, kemudian dilakukan analisis sebaran dengan metode statistik yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Grafik Curah Hujan Distribusi Log Pearson Tipe III

Berdasarkan gambar di atas, maka dapat dilihat bahwa sebaran yang digunakan adalah distribusi Log Pearson Tipe III, yang mana curah hujan untuk setiap periode ulangnya dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Tipe III

Tr (Tahun)	Xrt (mm)	K	S (mm)	X (mm)
2		-0,0542		33,649
5	34,22	0,8219	10,542	42,885
10		1,3111		48,042

Wilayah Kabupaten Magelang dengan daerah tangkapan air seluas 101-500 Ha, maka berdasarkan Peraturan Menteri tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan diperoleh kesimpulan bahwa curah hujan rencana yang digunakan adalah curah hujan

periode 5 tahun untuk perencanaan saluran drainase di sepanjang Jalan Sarwo Edi Wibowo. Sedangkan untuk perencanaan saluran Sungai Curi menggunakan curah hujan periode 25 tahun karena merupakan saluran sungai. Perhitungan intensitas curah hujan didapat dengan perhitungan menggunakan metode Mononobe dan waktu konsentrasi metode Kiprich.

Menurut Mononobe, untuk menghitung intensitas curah hujan dapat digunakan rumus empiris sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[ \frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

R<sub>24</sub> = curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun (mm).

t<sub>c</sub> = waktu konsentrasi (jam).

Waktu konsentrasi pada perencanaan saluran drainase ini menggunakan rumus Kirpich yaitu:

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

t<sub>c</sub> = waktu konsentrasi (jam).

L = panjang saluran sub das (meter).

S = kemiringan.

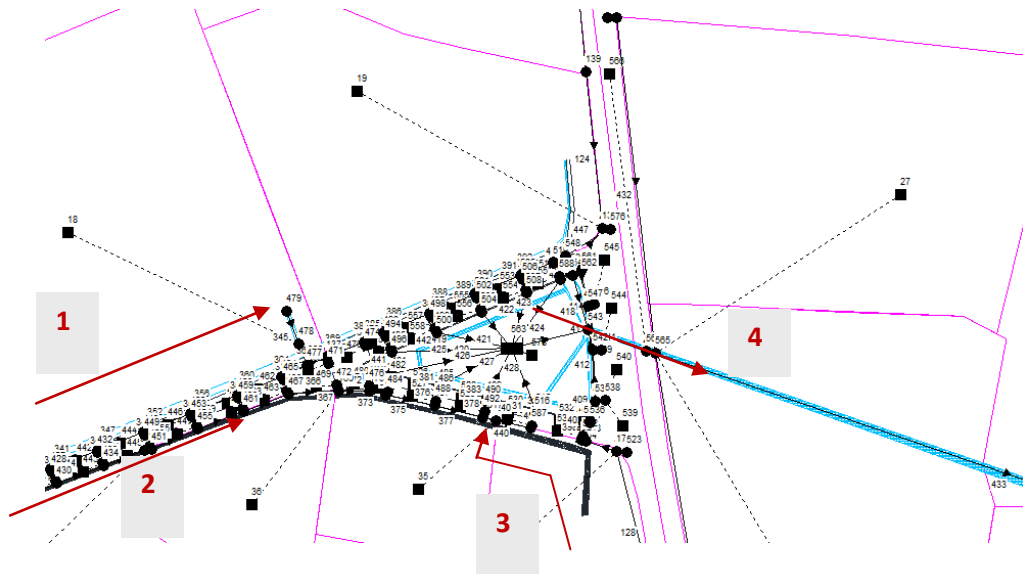
### **Analisis Debit Rencana dengan EPA SWMM 5.0**

Intensitas curah hujan yang telah dihitung dengan menggunakan metode Mononobe tersebut kemudian dimasukkan (*input*) ke dalam program SWMM 5.0 dalam bentuk intensitas hujan (*rain gage*) yang besarnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. *Input* Curah Hujan pada Program EPA SWMM

Waktu	Intensitas	
	R5	R10
0:00	0	0
0:15	185	238
0:30	185	238
0:45	185	238
1:00	185	238
1:15	0	0

Pada pemodelan kondisi eksisting dengan menggunakan program EPA SWMM ini dimasukkan (*input*) kondisi eksisting saluran seperti nilai manning, dimensi saluran, panjang saluran dan juga luas sub-sub DTA (*subcatchment*). Pemodelan ini dilakukan dari sepanjang Jalan Sarwo Edi Wibowo, taman yang terletak di jalan tersebut hingga saluran Sungai Curi. Untuk perencanaan salurannya, akan terbagi menjadi beberapa bagian yang selanjutnya hasil hidrograf banjirnya digunakan sebagai debit rencana untuk masing-masing bagian. Untuk lebih lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penjelasan Bagian Lokasi Perencanaan Saluran Drainase Jalan Sarwo Edi

Bagian (1) dimodelkan sebagai saluran drainase Jalan Sarwo Edi Wibowo sisi kiri jalan. Bagian (2) dimodelkan sebagai saluran drainase Jalan Sarwo Edi Wibowo sisi kanan jalan. Bagian (3) dimodelkan sebagai saluran yang menuju taman dan saluran akhir dari taman yang menuju Sungai Curi dimodelkan sebagai bagian (4).

Selanjutnya melakukan analisis program (*run*) pada program EPA SWMM dan didapat *output* hasil analisis program berupa debit banjir rencana yang digunakan sebagai debit rencana dalam perencanaan ukuran saluran. Besar nilai debit banjir rencana bagian (1) sisi kiri jalan Sarwo Edi Wibowo sebesar  $5,42 \text{ m}^3/\text{detik}$ , bagian (2) sisi kanan Jalan Sarwo Edi Wibowo sebesar  $5,39 \text{ m}^3/\text{detik}$ , bagian (3) saluran yang menuju taman sebesar  $2,42 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan bagian (4) saluran yang menuju Sungai Curi sebesar  $18,02 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

### Analisis Hidrolika dengan HEC-RAS

Analisis hidrolika ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit banjir rencana. Dilakukan pemodelan penampang eksisting saluran sepanjang Jalan Sarwo Edi Wibowo hingga saluran Sungai Curi dengan program HEC-RAS. Setelah dilakukan *running* program HEC-RAS dengan debit rencana tiap masing-masing bagian sesuai dengan hasil analisis debit rencana menggunakan program EPA SWMM di atas. Hasil yang didapat penampang saluran tidak mampu menampung debit banjir yang ada. Melihat hasil penampang eksisting saluran tidak mampu menampung debit banjir rencana, dilakukan perencanaan perbesaran dimensi saluran. Dimensi rencana tersebut diinputkan ke dalam program HEC-RAS dan dilakukan *running* program HEC-RAS kembali hingga didapatkan hasil bahwa penampang saluran tersebut mampu menampung debit banjir rencana.

## PERENCANAAN TEKNIS

### Perencanaan Saluran Drainase

Pada perencanaan saluran drainase Jalan Sarwo Edi ini, direncanakan saluran drainase sepanjang sisi kanan dan kiri jalan. Pendimensian saluran menggunakan debit rencana hasil

analisis program EPA SWMM 5.0. Pendimensian menggunakan persamaan sebagai berikut:

Persamaan Kontinuitas:

$$Q = V.A \dots\dots\dots(3)$$

Rumus Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

- Q = debit pengaliran (m<sup>3</sup>/detik).
- V = kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik).
- R = jari-jari (m).
- S = kemiringan dasar saluran (m/m).
- n = koefisien kekasaran dinding Manning.

Hasil yang didapatkan dimensi saluran 1,2 m x 1,4 m menggunakan saluran U-Ditch yang terbuat dari beton bertulang hasil fabrikasi pada sisi kanan dan kiri saluran drainase Jalan Sarwo Edi Wibowo. Pada lokasi tertentu pada jalan tersebut direncanakan pula menggunakan *box culvert* berdimensi 1,2 m x 1,2 m.

### Perencanaan Inlet

Sepanjang Jalan Sarwo Edi Wibowo ini direncanakan *inlet* sebagai jalan masuknya air yang berada di jalan agar dapat disalurkan ke dalam saluran drainase. Tipe *inlet* yang digunakan ada *curb opening inlet* yang dipilih karena ekonomis, sampah atau kotoran tidak mudah masuk pada saluran dan melihat keamanan para pengendara.

Panjang *curb opening inlet* pada trotoar diperlukan total intersepsi aliran selokan di bagian trotoar dengan kemiringan melintang seragam dinyatakan oleh persamaan:

$$L_T = K_C \times Q^{0,42} \times S_L^{0,3} \times \left( \frac{1}{n \times S_g} \right)^{0,6} \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

- K<sub>C</sub> = koefisien (0,817).
- L<sub>T</sub> = panjang bukaan trotoar yang diperlukan mencegah 100% aliran selokan (m).
- S<sub>L</sub> = kemiringan memanjang.
- Q = debit pada selokan (m<sup>3</sup>/s).

Efisiensi *curb opening inlet* lebih pendek dari panjang diperlukan untuk total intersepsi dinyatakan dalam persamaan:

$$E = 1 - \left( 1 - \frac{L}{L_T} \right)^{1,8} \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

- E = efisiensi.
- L = panjang *curb opening inlet* (m).
- L<sub>T</sub> = panjang bukaan trotoar yang diperlukan mencegah 100% aliran selokan (m).

Panjang *inlet* diperlukan total intersepsi oleh penurunan *curb opening inlet* dengan menggunakan sebuah lereng melintang ( $S_e$ ) untuk menggantikan  $S_x$ .  $S_e$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$S_e = S_x + S'_w \times E_0 \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$S'_w = \frac{a}{[1000W]} \quad \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

$S_e$  = kemiringan melintang selokan diukur dari kemiringan melintang trotoar (m/m).

$A$  = penurunan selokan (m).

$E_0$  = rasio aliran di bagian penurunan total selokan aliran ditentukan oleh konfigurasi selokan hulu *inlet*.

Persamaan untuk kapasitas intersepsi penurunan *curb opening inlet* adalah sebagai berikut:

$$Q_i = C_w \times (L + 1,8W)d^{1,5} \quad \dots\dots\dots(9)$$

dimana:

$C_w$  = koefisien (1,25).

$L$  = panjang *curb opening inlet* (m).

$W$  = lebar sisi penurunan (m).

$d$  = kedalaman di pinggir diukur dari kemiringan melintang normal (m).

Persamaan bukaan berlaku untuk kedalaman di pinggir jalan kurang lebih sama dengan ketinggian pembukaan ditambah kedalaman penurunan. Dengan demikian, pembatasan penggunaan persamaan diatas untuk *inlet* trotoar adalah:

$$d \leq h + \frac{a}{1000} \quad \dots\dots\dots(10)$$

dimana:

$h$  = ketinggian *curb opening inlet* (m).

$a$  = kedalaman penurunan (mm).

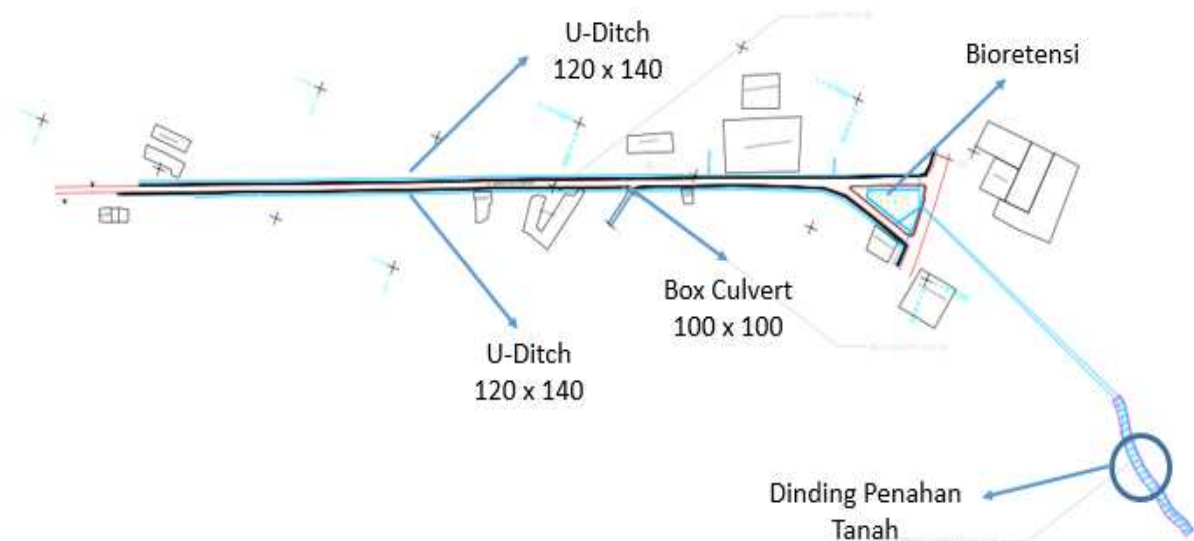
Pada perencanaan saluran ini dibutuhkan *inlet* agar dapat mengalirkan air dari badan jalan ke selokan melalui inlet di trotoar. Jarak antar inlet dipasang tiap 25 m untuk sepanjang jalan dan pada tikungan tiap 7 m.

### Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Pada dinding Sungai Curi direncanakan menggunakan perkuatan dinding penahan tanah tipe kantiliver dari beton bertulang setinggi 2,5 m. Dinding penahan tanah ini direncanakan untuk perkuatan dinding kanan dan kiri sepanjang sungai agar tidak terjadi guling. Tulangan yang digunakan pada perencanaan dinding penahan tanah yaitu tulangan utama menggunakan D16-75 mm dan tulangan pembagi menggunakan D16-150 mm.

Penjelasan mengenai perencanaan teknis saluran drainase Jalan Sarwo Edi dapat dilihat pada Gambar 4.





Gambar 4. Perencanaan Teknis Jalan Sarwo Edi Wibowo Kabupaten Magelang

Dimensi saluran drainase tersebut untuk masing-masing bagian saluran adalah sebagai berikut:

1. Bagian (1) yang dimodelkan sebagai saluran drainase Jalan Sarwo Edi Wibowo sisi kiri jalan direncanakan menggunakan U-Ditch berdimensi 1,2 x 1,4 m.
2. Bagian (2) yang dimodelkan sebagai saluran drainase Jalan Sarwo Edi Wibowo sisi kanan jalan direncanakan menggunakan U-Ditch berdimensi 1,2 x 1,4 m.
3. Bagian (3) yang dimodelkan sebagai saluran yang menuju taman Jalan Sarwo Edi direncanakan menggunakan U-Ditch berdimensi 1,2 x 1,2 m.
4. Bagian (4) yang dimodelkan sebagai saluran akhir dari taman yang menuju Sungai Curi direncanakan menggunakan perkuatan Dinding Penahan Tanah dari beton bertulang setinggi 2,5 m.

## RENCANA ANGGARAN BIAYA

Biaya keseluruhan untuk perencanaan saluran drainase ini adalah sebesar Rp 25.078.827.606,- (dua puluh lima milyar tujuh puluh delapan juta delapan ratus dua puluh tujuh ribu enam ratus enam rupiah) dengan waktu pekerjaan selama 8 bulan 13hari.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Perencanaan Sistem Drainase Kabupaten Magelang adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis kriteria penentuan skala prioritas, lokasi perencanaan sistem drainase Kabupaten Magelang terpilih adalah Jalan Sarwo Edi Wibowo.
2. Pada analisis hidrologi menggunakan distribusi *Log Pearson Tipe III* dengan periode ulang 5 dan 25 tahun.
3. Debit banjir rencana menggunakan program EPA SWMM 5.0 menghasilkan nilai debit  $Q$  pada saluran kiri (1) = 5,42 m<sup>3</sup>/detik, nilai debit  $Q$  pada saluran kanan (2) = 5,39 m<sup>3</sup>/detik, nilai debit  $Q$  pada saluran menuju taman (3) = 2,42 m<sup>3</sup>/detik dan nilai debit  $Q$  pada sungai (4) = 18,02 m<sup>3</sup>/detik.
4. Pada perencanaan saluran kanan dan saluran kiri direncanakan menggunakan U-Ditch berdimensi 1,2 x 1,4 m. Pada saluran tersebut direncanakan inlet yang berjarak tiap 25 m dan di tikungan jaraknya 7 m. Saluran yang menuju taman Jalan Sarwo Edi Wibowo direncanakan menggunakan U-Ditch berdimensi 1,2 x 1,2 m. Saluran di Sungai Curi

direncanakan menggunakan perkuatan Dinding Penahan Tanah beton bertulang jenis kantiliver setinggi 2,5 m.

5. Permasalahan banjir yang terjadi di Kabupaten Magelang dapat diatasi salah satunya dengan menggunakan Biortensi di taman yang terdapat di Jalan Sarwo Edi Wibowo. Hal ini dikarenakan Kabupaten Magelang sering terjadinya curah hujan yang tinggi, dimana inlet tidak berfungsi dan menyebabkan terjadinya banjir.
6. Biaya yang di butuhkan untuk perencanaan drainase kota Magelang sebesar Rp 25.078.827.606,00 dengan durasi 8 bulan 13 hari.

## **SARAN**

Berikut saran dalam perencanaan Sistem Drainase Kabupaten Magelang:

1. Perlu di lakukanya perbaikan dan pemeliharaan saluran *inlet* pada Jalan Sarwo Edi Wibowo Kabupaten Magelang dan perbaikan serta pemeliharaan pada taman yang akan di buat bioretensi.
2. Selain dilakukan perbaikan pada saluran *inlet* dan bioretensi, perlu juga dilakukan sosialisasi kepada penduduk setempat agar serta merta memelihara dengan baik agar dapat berfungsi seoptimal mungkin. Selain itu perlu juga memberi pemahaman pada penduduk agar selalu menjaga kebersihan setempat demi kenyamanan dan kesejahteraan penduduk setempat mengingat biaya yang di butuhkan dalam perencanaan drainase ini cukup besar.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Brown, S. A., S. M. Stein, dan J. C. Warner, 1996. *Urban Drainage Design Manual Hydraulic Engineering Circular 22*, Federal Highway Administration Office of Technology Applications, Washington, D. C.
- Hydraulic Reference Manual HEC-RAS version 5.0.0 River, Analysis System*, US.
- Kodoatie, R. J, dan Sugiyanto, 2002. *Banjir (Beberapa Penyebab dan Metode Pengendalian Banjir dalam Perspektif Lingkungan)*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Republik Indonesia, 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rossman, Lewis A, 2010. *Storm Water Management Model, User's Manual Version 5.0*. Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, Ohio.
- Soemarto, C. D., 1999. *Hidrologi Teknik Edisi Dua*, Erlangga, Jakarta.
- Subarkah, Iman, 1980. *Bangunan Air*, Idea Darma, Bandung.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 2009. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.